

米国ジョンホプキンス大学の研究グループは、酵素反応を利用して物をつかむ動作ができる、ヒトデ状のマイクロマシンを作製した。指の関節にあたる部分に、2種類のバイオポリマーを用い、酵素の接触により化学結合を切断することで内部応力が緩和し、指のように曲がる。このマイクロマシンの直径は約1mmで、6本の指の一端を束ねた構造をしており、電気配線無しで、物をつかんで離すという一連の動作を実現した。研究グループは、生体物質の捕獲と解放のデモンストレーションも行い、生体内での遠隔マニピュレーション実現の可能性を示した。

### トピックス3 バイオポリマーと酵素の化学反応で動作するマイクロマシン

半導体微細加工技術を利用して作製されるマイクロマシンは、集積型電子デバイスのほか、近年、人工筋肉や発電デバイス等への応用研究が活発化している。しかし、これまでのマイクロマシンの多くは、電気信号の入力により作動するもので、電気配線が必要であり、遠隔操作は困難であった。

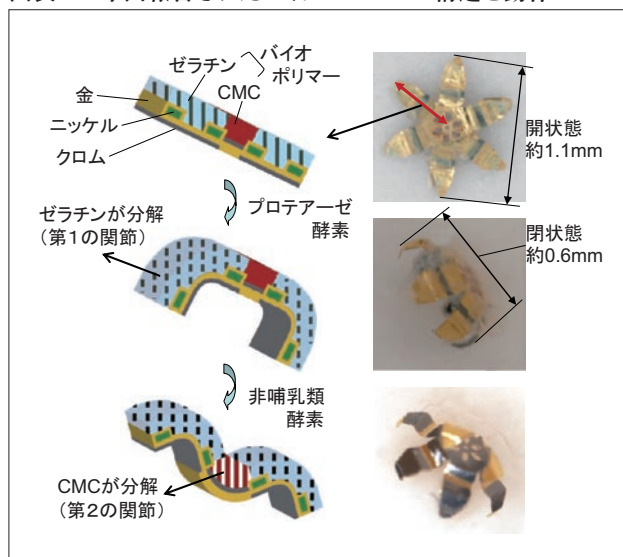
米国ジョンホプキンス大学の研究グループは、酵素反応を利用して物をつかむ動作が単独でできる、直径約1mmのヒトデ状のマイクロマシンを作製した<sup>1)</sup>。物をつかむ指の関節にあたる部分に、柔軟性のあるバイオポリマーを用い、特定の酵素を接触させて化学結合を切断することで内部応力を緩和させ、指のように曲げることができる。6本の指の一端を束ねた構造を作製し、バイオポリマーと酵素の組み合わせを選択することで、電気配線無しで物をつかみ離す一連の動作を実現した(図表1)。

このマイクロマシンは、シリコン基板上にウェハープロセスを用いて作製される。基体は、生化学耐性を有するクロムと金、および外部からの遠隔操作に利用する磁性体のニッケルの膜でできている。関節部分には、コラーゲン誘導体のゼラチンと、セルロース誘導体のカルボキシメチルセルロース(CMC)の2種類のバイオポリマーを用いている。例えばゼラチンはプロテアーゼ酵素でのみ分解し、一方のCMCは非哺乳類の酵素でのみ分解するため、選択的な動作が可能である。基体上に、ゼラチンとCMCをストライプ状に配し、プロテアーゼ酵素を接触させることで、ゼラチンのみが分解し第1の関節が内側に曲がり“つかむ”状態となる。次に、非哺乳類酵素を加えるとCMCが分解し、第2の関節が外側に曲がり“離す”状態となる。

今回作製されたマイクロマシンの直径は、初期の開状態では約1.1mm、閉状態では約0.6mmであり、3イン

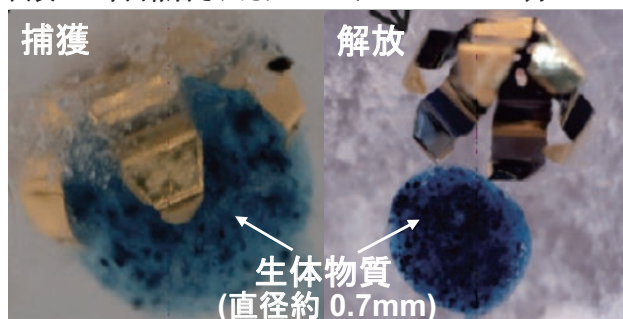
チウエハー上に約1600個のマイクロマシンを同時に作製できる。研究グループは、作製したマイクロマシンで、生体物質の捕獲と解放のデモンストレーションも行い、生体内での遠隔マニピュレーション実現の可能性を示した(図表2)。

図表1 今回報告されたマイクロマシンの構造と動作



参考文献<sup>1)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表2 今回報告されたデモンストレーションの一例



参考文献<sup>1)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

#### 参 考

- 1) N. Bassik, A. Brafman, A. M. Zarafshar, M. Jamal, D. Luvsanjav, F. M. Selaru, and D. H. Gracias, "Enzymatically Triggered Actuation of Miniaturized Tools", J. Am. Chem. Soc., 132, 16314 (2010)